

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-107546

(43)Date of publication of application : 18.04.2000

(51)Int.Cl.

B01D 53/04

(21)Application number : 11-285236

(71)Applicant : AIR PROD AND CHEM INC

(22)Date of filing : 06.10.1999

(72)Inventor : GOLDEN TIMOTHY CHRISTOPHER  
TAYLOR FRED WILLIAM  
REITA MAUREEN JOHNSON  
NASIM HASSAN MALIK  
CHRISTOPHER JAMES RAISWELL

(30)Priority

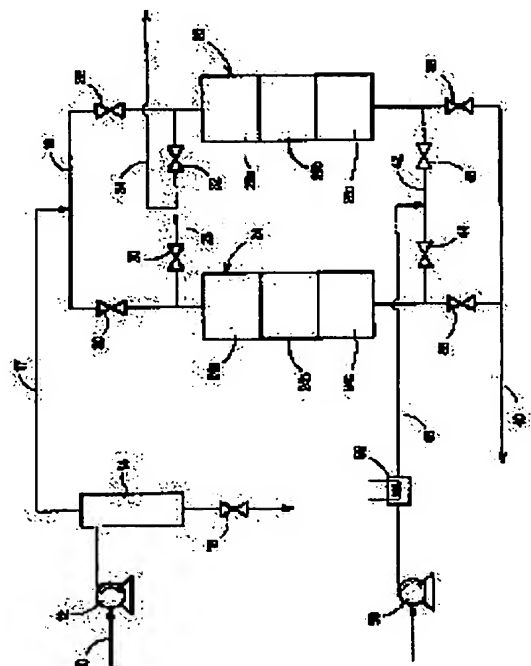
Priority number : 98 168505    Priority date : 08.10.1998    Priority country : US

## (54) PURIFICATION OF AIR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method and equipment, which are necessary for the low-temperature separation of air, for removing high boiling point substances and hazardous substances.

SOLUTION: In this method and the device therefor, water is adsorbed by using a first adsorbent 24a, 26a such as alumina, carbon dioxide is removed by using a second adsorbent 24b, 26b such as 13X zeolite, and dinitrogen oxide and optionally ethylene are removed by using a third adsorbent 24c, 26c such as binderless Ca exchanged X zeolite, so that carbon dioxide, water, dinitrogen oxide, and optionally ethylene are removed from ' supply airflow.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 06.10.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3308248

[Date of registration] 17.05.2002

[Number of appeal against examiner's decision of

rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-107546

(P2000-107546A)

(43)公開日 平成12年4月18日(2000.4.18)

(51)Int.Cl.

B 0 1 D 53/04

識別記号

F I

B 0 1 D 53/04

ターコード\*(参考)

G

審査請求 有 請求項の数13 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平11-285236

(22)出願日 平成11年10月6日(1999.10.6)

(31)優先権主張番号 09/168505

(32)優先日 平成10年10月8日(1998.10.8)

(33)優先権主張国 米国 (U S)

(71)出願人 591035368

エアー・プロダクツ、アンド、ケミカル  
ス、インコーポレーテッド

AIR PRODUCTS AND CH  
EMICALS INCORPORATE  
D

アメリカ合衆国、18195-1501、ペンシル  
バニア州、アレントウン、ハミルトン、ブ  
ールバード、7201

(74)代理人 100077517

弁理士 石田 敬 (外4名)

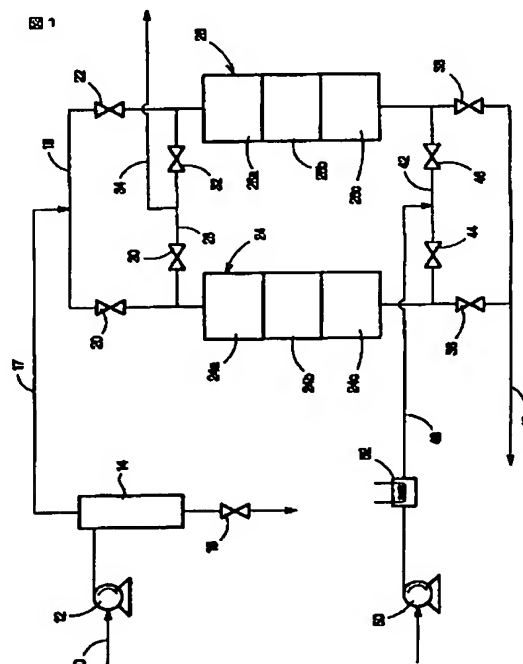
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 空気の純化

(57)【要約】

【課題】 空気の低温分離で必要とされる、高沸点物質と危険物質の除去処理のための方法及び設備を提供する。

【解決手段】 第1の吸着剤(24a、26a)、例えばアルミナを使用して水を吸着し、第2の吸着剤(24b、26b)、例えば13Xゼオライトを使用して二酸化炭素を除去し、第3の吸着剤(24c、26c)、例えばバインダーレスCa交換Xゼオライトを使用して一酸化二窒素と随意にエチレンを除去することによって供給空気流れ(10)から二酸化炭素、水、一酸化二窒素及び随意にエチレンを除去する方法及びそのための設備とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 空気流れを窒素に富む流れ及び/又は酸素に富む流れに分離する低温蒸留の前に、供給空気流れから水、二酸化炭素、及び一酸化二窒素を除去する方法であって、水、二酸化炭素、一酸化二窒素を含む前記供給空気流れを、第 1 の吸着剤に通して前記水を吸着させ、随意に第 1 の吸着剤と同じものでよい第 2 の吸着剤に通して二酸化炭素を除去し、そして第 3 の吸着剤に通して前記供給空気から前記一酸化二窒素を除去することを含むことを特徴とする方法。

【請求項 2】 3 つの前記吸着剤を T S A によって再生する請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】 前記第 1 の吸着剤が、活性アルミナ、浸漬法アルミナ、又はシリカゲルを含む請求項 1 又は 2 に記載の方法。

【請求項 4】 前記第 2 の吸着剤が、NaX、NaA、又はCaAゼオライトを含む請求項 1～3 のうちのいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 5】 前記第 3 の吸着剤の、二酸化炭素に対する一酸化二窒素のヘンリー則選択率が、30℃において 0.5 以上である請求項 1～4 のうちのいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 6】 前記選択率が少なくとも 0.9 である請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】 前記第 3 の吸着剤の、一酸化二窒素吸着のヘンリー則定数が、少なくとも  $79 \text{ mmol/g/atm}$  である請求項 1～6 のうちのいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 8】 前記第 3 の吸着剤が、カルシウム交換 X ゼオライト、Na モルデン沸石、Ba 交換 X ゼオライト、又はバインダーレス Ca 交換 X ゼオライトである請求項 1～7 のうちのいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 9】 前記第 3 の吸着剤の量が、前記第 2 の吸着剤の二酸化炭素吸着能力が使い果たされる時点までに空気流れの一酸化二窒素含有物を吸着するのに必要な第 3 の吸着剤の量の 150% を超えない請求項 1～8 のうちのいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 10】 前記供給空気流れがエチレンを含有し、前記第 3 の吸着剤がこのエチレンを除去する請求項 1～9 のうちのいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 11】 水、二酸化炭素、及び一酸化二窒素を含む供給空気流れを、第 1 の吸着剤に通して前記水を吸着させ、随意に前記第 1 の吸着剤と同じであってもよい第 2 の吸着剤に通して前記二酸化炭素を除去し、そして前記空気流れから前記一酸化二窒素を除去するために存在する第 3 の吸着剤に通すことによって前記供給空気流れから水、二酸化炭素、及び一酸化二窒素を除去すること、並びに、純化された空気流れの低温蒸留を行って窒素に富む流れ及び/又は酸素に富む流れを分離することを含む空気の分離方法。

【請求項 12】 空気流れを窒素に富む流れ及び/又は酸素に富む流れを分離する低温蒸留の前の供給空気流れから水、二酸化炭素、及び一酸化二窒素を除去する設備であって、一連の流体の連絡路に、前記空気流れから前記水を吸着する第 1 の吸着剤、前記空気流れから二酸化炭素を除去する第 2 の吸着剤、及び前記空気流れから前記一酸化二窒素を除去する第 3 の吸着剤を有する設備。

【請求項 13】 供給空気流れから水を吸着する第 1 の吸着剤、前記空気流れから二酸化炭素を除去する第 2 の吸着剤、及び前記空気流れから一酸化二窒素を除去する第 3 の吸着剤を一連の流体の連絡路に具備した純化装置、並びに前記純化装置における水、二酸化炭素、及び一酸化二窒素の除去の後の前記供給空気流れ中の酸素から窒素を分離する低温空気分離装置、を具備した空気分離設備。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、低温空気分離の前に空気流れから、水、二酸化炭素及び一酸化二窒素を除去することに関する。

## 【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】 空気の低温分離は、高沸点物質と危険物質の両方を除去する予備純化工程を必要とする。主な高沸点空気成分には、水と二酸化炭素の両方が挙げられる。これらの不純物を周囲供給空気から除去しないと、水と二酸化炭素は分離処理の低温区画、例えば熱交換器及び L O X 溜で凝固する。これは圧力降下、流量の変化及び操作上の問題をもたらす。アセチレンその他の炭化水素を含む様々な危険物質も除去しなければならない。高沸点炭化水素は塔の L O X 区画で凝縮して潜在的な爆発の危険性をもたらすので問題が多い。

【0003】 窒素の酸化物も除去するべきであるということが知られている。一酸化二窒素  $\text{N}_2\text{O}$  は空気の少量成分であり、周囲空气中に約 0.3 ppm 存在する。これは、二酸化炭素と同様な物性を持ち、従って、低温蒸留設備の塔及び熱交換器内において固体を形成するので、潜在的な操作上の問題を示す。加えて、一酸化二窒素は有機物質の燃焼を促進することが知られており、また感衝性である。また、一酸化二窒素はそれ自体も安全性に問題がある。更に、エチレンも空気中の不純物であり、低温 (cryogenic) 空気分離の前に除去することが望ましい。

【0004】 空気の予備純化は通常、吸着清浄化処理によって行う。これらは、米国特許第 4541851 号及び同 5137548 号明細書で説明されるような熱スイング吸着 (T S A)、又は米国特許第 5232474 号明細書で説明されるような圧力スイング吸着 (P S A) によって行うことができる。

【0005】 Wenning (「Nitrous ox

ides in Air Separation Plants] U. Wenning、MUST96会報、p. 79～89)は、二酸化炭素が、既に吸着されている一酸化二窒素をゼオライト吸着剤から追い出して、周囲空気よりも高い濃度で一酸化二窒素の破過をもたらすことがある様式を説明している。

【0006】問題の解決手段は提供されていないが、Wenningは一酸化二窒素のためのより適当な吸着物質が将来的に必要になるであろうとしている。

【0007】米国特許第4933158号明細書は、一酸化二窒素、二酸化炭素及び $N_2 F_2$ を $NF_3$ から吸着するために、様々な天然ゼオライトが合成ゼオライトよりも優れていることがあるということを示唆している。

【0008】欧州特許第0284850号明細書は、空気分離の前に、空気から水及び二酸化炭素を除去するために、多価カチオン交換ゼオライトを使用することを開示している。データは示されていないが、窒素酸化物及びオレフィンを含む他の不純物も除去できることが述べられている。この発明の好ましい態様では多価カチオンは、バリウム又はストロンチウムであり、また特に、 $Ca^{2+}$ よりも大きいイオン半径を持つものである。しかしながら、好ましくはないが、カルシウムを使用してもよいことが示されている。ゼオライト自身は13Xでよい。多価カチオン交換ゼオライトを使用することの利益は、低温での再生の間に水を除去できることである。従って、多価カチオン交換ゼオライトは、水の吸着のために使用することが必須である。

【0009】多価カチオン交換ゼオライトを使用することの更なる示された利点は、より多くの二酸化炭素を吸着できることであるとされている。従って明らかに、カチオン交換ゼオライトは、水の吸着と並んで二酸化炭素の吸着のために使用することが必要である。 $Ca$ 交換13Xゼオライトが一酸化二窒素を吸着する程度は特に開示されていない。

【0010】

【課題を解決するための手段】吸着剤で示される二酸化炭素に対する一酸化二窒素の選択率は、30℃における2つの気体のHenry則定数(初期等温勾配)の比として表すことができる。13Xゼオライトでは、この比は約0.39であることを見出している。

【0011】本発明者は、ある種の吸着剤は、一酸化二窒素に対して二酸化炭素に対するものよりも実質的に大きい選択率を有することを発見した。

【0012】ここで本発明は、空気流れを窒素に富む流れ及び／又は酸素に富む流れを分離するための低温蒸留の前に、供給空気流れから水、二酸化炭素及び一酸化二窒素及び随意にエチレンも除去する方法を提供する。ここでこの方法は、水、二酸化炭素及び一酸化二窒素を含む前記供給空気流れを、第1の吸着剤に通して前記水を吸着させ、第2の吸着剤に通して二酸化炭素を除去

し、そして第3の吸着剤に通して前記供給空気から前記一酸化二窒素と随意に前記エチレンを除去することを含む。

【0013】水を除去するための吸着剤(第1の吸着剤)及び二酸化炭素を除去するための吸着剤(第2の吸着剤)は同じ物質でよく、また、1つの吸着床の上流の部分と下流の部分でよい。しかしながら、一酸化二窒素及び随意にエチレンを除去するための第3の吸着剤は、第1と第2の吸着剤とは異なる性質のものであることが必要である。

【0014】前記3つの吸着剤は好ましくはTSAによって再生する。好ましくは、2組の3つの吸着剤を使用し、純化处理を連続的に実施して、定期的に再生を行う。ここでは、3つの吸着剤のそれぞれの組が純化プロセスに接続されており、交互に再生を行う。

【0015】水を除去するための第1の吸着剤は、活性アルミナ、浸漬法アルミナ、シリカゲル、又はA若しくはXタイプのゼオライトを含む標準的な乾燥剤を好ましくは含む。

【0016】前記第2の吸着剤は、浸漬法アルミナ、浸漬法アルミナ／ゼオライト複合材料、又はA若しくはXタイプのゼオライト、特に13X( $NaX$ )ゼオライトを好ましくは含む。

【0017】浸漬法アルミナは米国特許第5656064号明細書で説明されるようなものでよく、ここでは、pHが少なくとも9の塩基性溶液、例えば $KHCO_3$ 溶液で出発物質のアルミナを浸漬し、そして浸漬させた化合物が、意図された再生条件下で再生されないような様式で $CO_2$ を吸着する形に分解されることを避けるのに十分に低い温度(例えば200℃以下)で乾燥することによって、 $CO_2$ 除去能力を増加させている。

【0018】浸漬する溶液のpHは、以下の式のようにアルミナの零点電荷(zero point charge)(ZPC)に関係していることが好ましい。

$$pH \geq ZPC - 1.4$$

又は、より好ましくは、

$$ZPC + 2 \geq pH \geq ZPC - 1.4$$

【0019】浸漬剤は好ましくは、アルカリ金属水酸化物、若しくは水酸化アンモニウム、炭酸塩、炭酸水素塩、リン酸塩、又は有機酸塩である。

【0020】前記第3の吸着剤は好ましくは30℃において、二酸化炭素に対する一酸化二窒素のヘンリー則選択率が0.5以上、より好ましくは少なくとも0.9である。

【0021】更に、第3の吸着剤の一酸化二窒素吸着に対するヘンリー則定数は、好ましくは少なくとも79mmol/g/atm、より好ましくは少なくとも500mmol/g/atm、更により好ましくは少なくとも1000mmol/g/atmである。

【0022】前記第3の吸着剤は好ましくは、カルシウ

ム交換Xゼオライトである。より好ましくは、この第3の吸着剤はバインダーレスカルシウム交換Xゼオライトである。

【0023】典型的に、第3の吸着剤は、TSA空気純化処理での水の吸着が好ましくないようなものである。カルシウム交換X吸着剤は、水分に曝されることに対して非常に感受性である。水に曝されてから高温による再生を行った後でも、カルシウム交換X吸着剤は、二酸化炭素又は一酸化二窒素のような気体分子に対して低下し

た能力を示す。従って、第2の吸着剤は、カルシウム交換したXタイプゼオライトよりも水に対する感受性が低い物質である。

【0024】本発明者は、いくつかの吸着剤の一酸化二窒素及び二酸化炭素に対するヘンリー則定数を測定した。以下の表1は、これらとヘンリー則選択率（ヘンリー則定数の比）を示している。

【0025】

【表1】

吸着剤	$K_H$ ( $\text{CO}_2$ ) (mmol/g/atm)	$K_H$ ( $\text{N}_2\text{O}$ ) (mmol/g/atm)	S ( $\text{N}_2\text{O}/\text{CO}_2$ )
Alcan AA-300 アルミナ	5.6	0.45	0.08
UOP 13X	162	63	0.39
UOP 5A	145	54	0.37
バインダーレス CaX	1031	1035	1.00
Na-モルデン沸石	366	185	0.51
Ca-モルデン沸石	374	113	0.30
CaX	1020	503	0.49
BaX	155	79	0.51

【0026】CaX、BaX、Na-モルデン沸石、及びバインダーレスCaXは上述の要求を満たすが、カルシウム交換はかならずしも性能を改良しないということが理解できる。Ca交換モルデン沸石はNa-モルデン沸石よりも適当でない。上述の全ての物質が、空気のTSA予備純化のための従来の物質である13Xと5Aよりも大きい、一酸化二窒素／二酸化炭素選択率及びより大きい一酸化二窒素ヘンリー測定数を持つことも理解される。

【0027】好ましくは、第2の吸着剤の二酸化炭素吸着能力が使い果たされるときまでに空気流れの一酸化二窒素含有物を吸着するのに必要な、第3の吸着剤の量の150%以下の第3の吸着剤が存在するようにする。

【0028】本発明は、水、二酸化炭素、存在するならばエチレン、及び一酸化二窒素を含む供給空気流れを、第1の吸着剤に通して前記水を吸着させ、第2の吸着剤に通して二酸化炭素を除去し、そして十分な量で存在する第3の吸着剤に通して前記供給空気流れから前記一酸化二窒素と随意にエチレンを除去させることによって、前記供給空気流れから水、二酸化炭素、一酸化二窒素、及び随意にエチレンを除去すること、並びに純化した空気流れの低温蒸留を行って、窒素に富む流れ及び／又は酸素に富む流れを分離すること、を含む空気分離方法を包含する。

【0029】本発明は更に、空気流れを窒素に富む流れ及び／又は酸素に富む流れに分離する低温蒸留の前に、供給空気流れから水、二酸化炭素、一酸化二窒素及び随意にエチレンを除去するための設備であって、前記水を吸着するための第1の吸着剤、二酸化炭素を除去するた

めの第2の吸着剤、及び前記供給空気から前記一酸化二窒素及び随意にエチレンを除去するための第3の吸着剤を一連の流体の連絡路に (in fluid series connection) 有する設備。

【0030】本発明は、一連の流体の連絡路に前記水を吸着するための第1の吸着剤、二酸化炭素を除去するための第2の吸着剤、及び前記供給空気流れから前記一酸化二窒素及び随意にエチレンを除去するための第3の吸着剤を具備する純化装置と、前記純化装置での水、二酸化炭素及び一酸化二窒素の除去の後の前記供給空気流れの酸素から窒素を分離するための低温空気分離装置と、を有する空気分離設備も包含する。

【0031】2~15気圧 (202.65~1519.875 kPa) の供給圧で供給空気の温度は5~40℃でよい。典型的な再生温度は80~400℃である。再生ガスは、 $\text{N}_2$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{CH}_4$ 、 $\text{H}_2$ 、Ar、He、空気及びそれらの混合物からなっていてよい。適当な再生圧力は0.1~20 bar A (絶対 bar) (10 kPa~2 MPa) である。典型的な好ましい態様では、再生流れは製品の $\text{N}_2$ 、又はより好ましくは $\text{N}_2$ プラントからの廃棄排出物 (60%  $\text{O}_2$  / 40%  $\text{N}_2$ ) からなる。

【0032】

【発明の実施の形態】添付の図を参照しながら好ましい態様の以下の説明によって、本発明をより詳細に例証する。

【0033】図1に示すように、本発明で使用する設備は、空気流れを主空気コンプレッサーに導くための入り口10を有している。この主コンプレッサー12で作ら

れた圧縮空気を冷却器 14 に通して、そこでこの空気中に存在する水の一部を凝縮させてドレインバルブ 16 を通して出す。

【0034】冷却して部分的に乾燥させた空気を管路 17 を経由させて、この場合には TSA で操作する設備の純化区画に送る。しかしながら、装置のこの区画は、当該技術分野で既知の任意の他の TSA で操作するように設計できることを理解すべきである。

【0035】空気は管路 17 から、バルブ 20、22 を有する入り口マニホールド 18 に送られる。これらのバルブは管路 17 及びマニホールド 18 を容器 24、26 に接続している。バルブ 20、22 の下流では、マニホールドは、バルブ 30、32 を有するブリッジライン 28 を具備しており、それによって容器 24、26 を廃棄管路 34 へのベントにそれぞれ接続することができる。

【0036】容器 24、26 の下流の末端部は、バルブ 36、38 を有する出口マニホールドに接続されており、それによって、それぞれの容器を製品出口管路 40 に接続している。バルブ 36、38 の上流では、マニホールドは、バルブ 44、46 を有するブリッジ管路 42 を具備しており、それによって、それぞれの容器をパージガス供給管路 48 に接続することができる。このパージガス供給管路 48 は、パージガスの供給源からコンプレッサー 50 及びヒーター 52 を経由して、バルブ 44 と 46 の間でブリッジ管路 42 に接続している。パージガスの供給源は、示された設備で純化して、その後で低温蒸留にかけた空気から分離した窒素、又は説明される設備で純化して、そのような蒸留にかける前の空気によるものであることが適当なことがある。

【0037】図 1 の容器 24 及び 26 のそれぞれには、説明された吸着剤の 3 つの層がある。初めの 2 つの層は従来の吸着剤であり、24a と 26a は水のためのものであり、24b と 26b は二酸化炭素のためのものである。これらはそれぞれ、活性アルミナと 13X ゼオライトであることが適当である。しかしながら当該技術分野で既知であるように、水と二酸化炭素の除去のための任意の適当な 1 又は複数の吸着剤を使用してもよく、また、これら 2 つの層は、1 つの吸着剤の層に組み合わせてもよい。

【0038】示されている第 3 の層は、Ca 交換 X ゼオライトの層 24c、26c である。

【0039】容器 24 又は 26 が可動している場合には、水は活性アルミナの第 1 の吸着剤に連続的に吸着される。ウォーターフロント (water front) は、吸着床の入り口から出口に向かって連続的に移動する。第 2 の吸着剤として機能している 13X ゼオライトは、水が第 1 の吸着剤を破過することを防ぐ働きをし、且つ二酸化炭素を吸着する働きもする。また、二酸化炭素フロントも第 2 の吸着床を通過して連続的に移動する。一酸化二窒素も初めは第 2 の吸着剤に吸着されるが、前

進する吸着された二酸化炭素のフロントによって、第 2 の吸着床を通過して連続的に追い出される。ついには、それまでに容器を通過している空気、蓄積された一酸化二窒素含有物は、第 2 の吸着剤から追い出され、そして Ca 交換 X ゼオライトの第 3 の吸着床に入り、そこで吸着される。この時点が、問題の容器の再生及び他の容器の稼動開始時期である。

【0040】従って、第 2 の吸着剤は Ca 交換 X ゼオライト層が水で汚染されるのを防ぐ働きをする。Ca X は水に対して感受性なので、水による汚染は好ましくない影響を与える。

【0041】第 2 の吸着剤は、Ca X 層が二酸化炭素を吸着する役割を軽減することも行い、それによって、必要とされる Ca X 層が、第 2 の吸着剤の二酸化炭素吸着能力を使い果たす供給空気量の二酸化二窒素含有物を吸着するために必要とされる量よりも多くないようにする。Ca X は 13X よりも大きい窒素の吸着熱を示し、その熱は、窒素に富むガスでの再加圧の後で下流の低温空気蒸留工程に通過させるべきではないので、Ca X 層の大きさを最小化することは望ましい。従って、供給工程の初めに吸着床を出る温度パルスは、Ca X ゼオライトの小さい区画のみを使用することで最小化される。これは、下流の低温区画をより滑らかに運転することを可能にする。

【0042】従って本発明で使用する吸着剤の 3 層構造物は、第 1 の層を通過する水から第 3 の層を保護し且つ過剰な吸着熱を下流に通過させる第 3 の層での二酸化炭素の吸着を避ける働きをする第 2 の層を具備した複数の吸着剤間の従来知られていない相乗効果を可能にする。

【0043】図 2 は、CO<sub>2</sub> を 400 ppm 及び N<sub>2</sub>O を 10 ppm 含む空気の供給ガスで 25°C、100 psig (790.825 kPa) において、13X ゼオライトで得られた破過曲線である。これらのデータは、直径 1 インチ (2.54 cm)、長さ 6 feet (183 cm) のカラムで得た。実験の前に、200°C の N<sub>2</sub> を流してゼオライトを再生した。結果は、N<sub>2</sub>O が CO<sub>2</sub> よりもかなり早く破過することを示した。13X は前置空気純化で工業的に標準のものなので、CO<sub>2</sub> が破過するまで予備純化装置を使用すると、かなりの量の N<sub>2</sub>O が吸着床を破過し、低温装置に達して液体酸素中で凝縮する。この結果は、上述の W e n n i n g の論文によって示された結果と同様なものである。図 3 は同じ実験を示しているが、ここではバインダーレス Ca X ゼオライトを吸着剤として使用している。意外なことに、この場合には N<sub>2</sub>O と CO<sub>2</sub> の破過が実質的に同時に起こっている。

【0044】従って本発明によれば、13X の第 2 の吸着層で二酸化炭素の吸着をこの層の許容能力まで続けることができる。これは図 2 で示されるような一酸化二窒素のパルスをもたらす、その後、第 2 の吸着剤を去る空

気中の一酸化二窒素を本質的に周囲レベルにする。これは、第3の吸着剤のCaX層で吸着され、第3の吸着剤が二酸化炭素を吸着し始めるまで処理を続けるだけでなく（これは意図された操作条件から外れることを示す）、第3の吸着剤が二酸化炭素の破過をもたらすまで二酸化炭素を吸着させなければ、第3の吸着剤から一酸化二窒素が破過することはない。

【0045】【例】本発明の3層吸着床の技術的思想を、直径約6インチ（15cm）、長さ4feet（122cm）のパイロット設備で試験した。吸着床は、1feet（30cm）の炭酸カリウム浸漬法アルミナ、続いて2feet（60cm）の13Xゼオライト、そ

して最後に1feet（30cm）のバインダーレスCaXで満たした。CO<sub>2</sub>が370ppm、アセチレンが1ppm、エチレンが1ppm、そしてN<sub>2</sub>Oが290ppmで供給圧が8.9barA（890kPa）、温度が14℃の供給空気を、吸着床に通すと、CO<sub>2</sub>破過濃度は20ppbであった。同一の実験を、従来技術による標準の2層吸着床で行った。この吸着床はカリウム浸漬法アルミナを1feet（30cm）、そしてその後13Xゼオライトを3feet（90cm）充填してある。2つの実験の結果は、表2に示してある。

【0046】

【表2】

実験法	エチレン除去率	エチレン除去率	一酸化二窒素除去率
従来技術の 2層吸着床	100%	59%	29%
本発明の 3層吸着床	100%	100%	93%

【0047】表2の結果は、本発明が、この問題に対する従来技術の手法でのエチレンと一酸化二窒素の除去率の両方を劇的に改良していることを明らかに示している。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明の第1の態様で使用する設備の概略図である。

【図2】図2は、13Xゼオライトを破過するCO<sub>2</sub>とN<sub>2</sub>Oのグラフである。

【図3】図3は、CaXゼオライトを破過するCO<sub>2</sub>とN<sub>2</sub>Oのグラフである。

【符号の説明】

10…供給空気流れ

14…冷却器

16…ドレンバルブ

24、26…容器

24a、26a…第1の吸着層

24b、26b…第2の吸着層

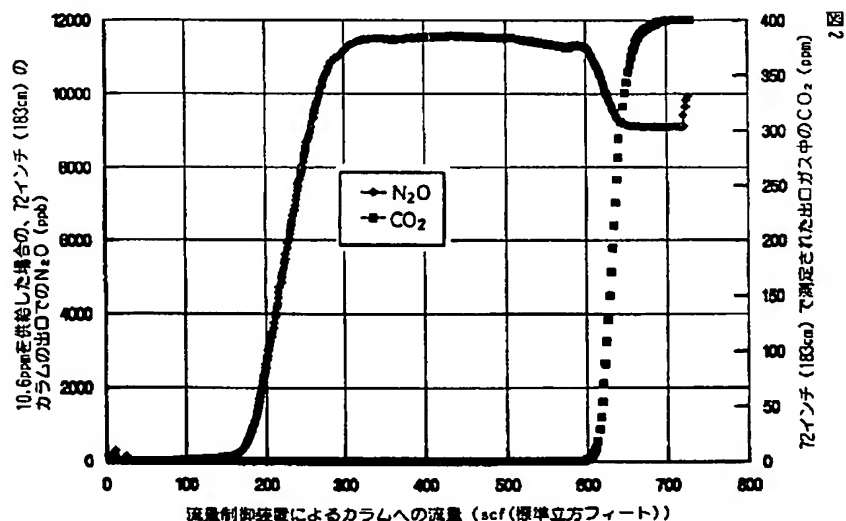
24c、26c…第3の吸着層

34…廃棄管路

40…製品出口管路

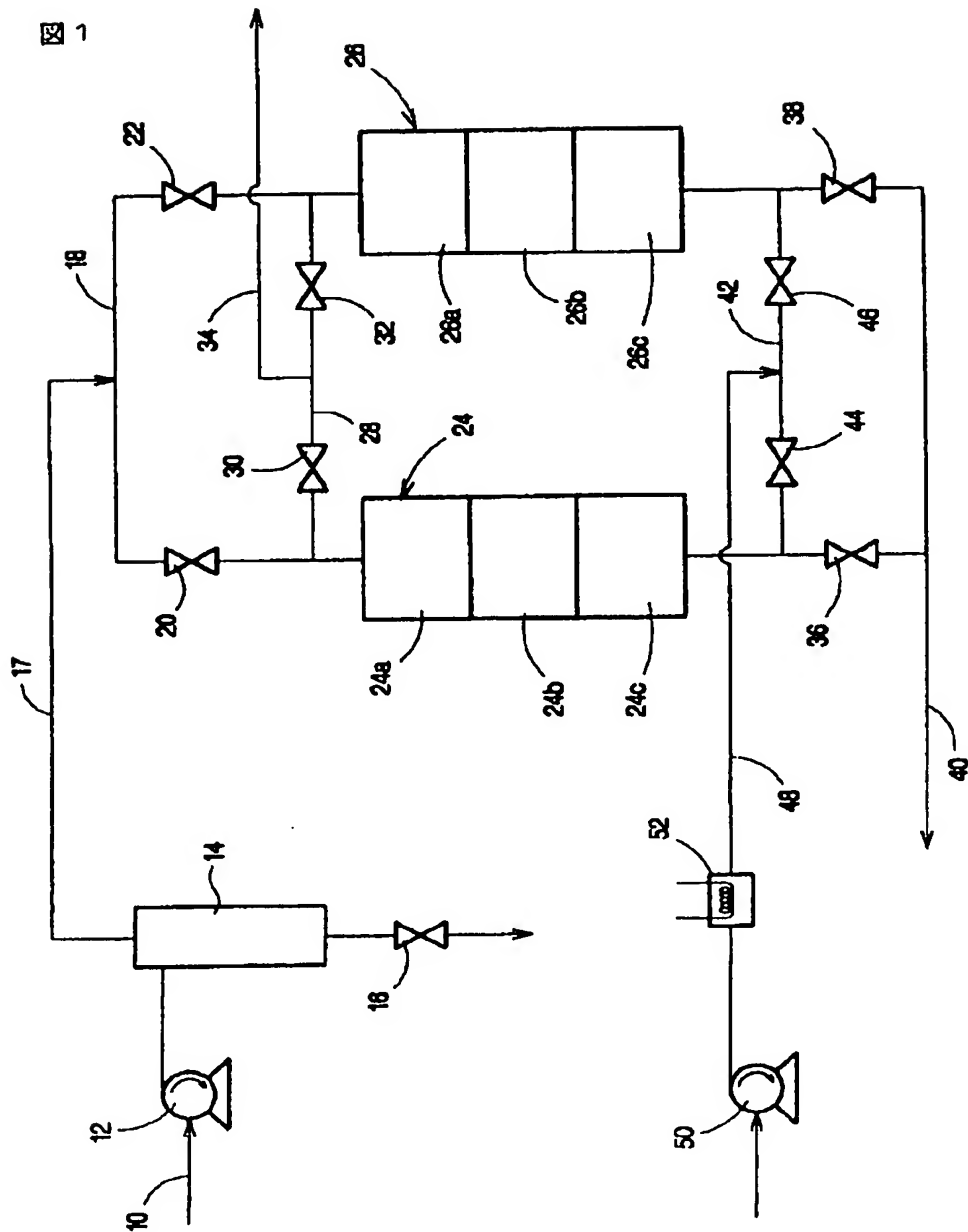
30 48…ページガス供給管路

【図2】

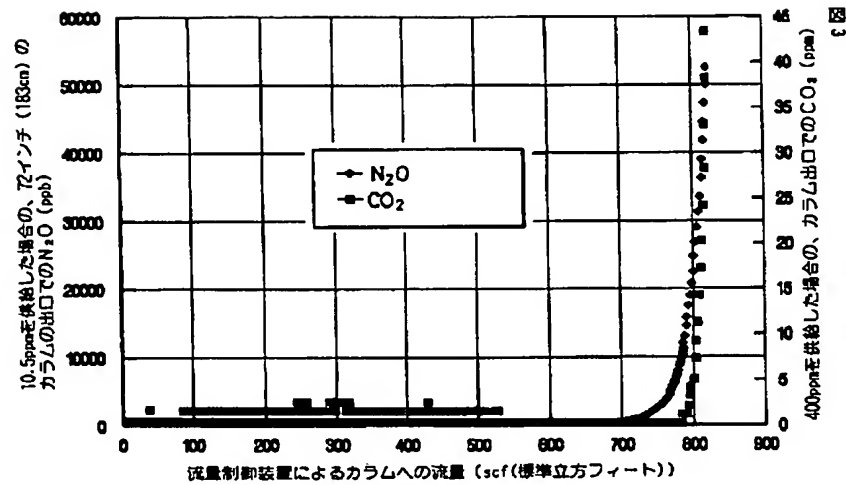




【図1】



【図3】



.....  
 フロントページの続き

(72)発明者 ティモシー クリストファー ゴールデン  
 アメリカ合衆国、ペンシルバニア 18104,  
 アレンタウン、ハンプシャー コート  
 4104

(72)発明者 フレッド ウィリアム テイラー  
 アメリカ合衆国、ペンシルバニア 18037,  
 コープレイ、クリアビュー ロード 2713

(72)発明者 レイタ モーリーン ジョンソン  
 アメリカ合衆国、ペンシルバニア 18104,  
 アレンタウン、ファー ロード 6436

(72)発明者 ネイシム ハッサン マリク  
 イギリス国、ロンドン エスタブリュ 19  
 3 エスエス、ウィンブルドン、グラハム  
 ロード、58

(72)発明者 クリストファー ジェームズ レイズウェル  
 イギリス国、シーダブリュ 2 8 ジェイキ  
 ユー、クリーウェ、マールボロー クロー  
 ス 6